



## PROBLEME DES FUNKVERKEHRS AUF ÜBERGROSSEN ENTFERNUNGEN

### In die Tiefen des Weltalls

Bekanntlich haben radioelektronische Mittel den Funkwechselverkehr zwischen den Raumschiffen „Wostok“ und „Wostok-2“ einerseits und der Erde andererseits gewährleistet. Sie gaben auch die Möglichkeit, während des Flugs die Kosmonauten auf dem Bildschirm der Fernsehgeräte zu sehen.

Um die im Funkverkehr erforderliche Entfernung zu erreichen, ist es wichtig, eine richtige Betriebsfrequenz auszusuchen. In den letzten Jahren wurden in der Erschließung ultrahoher Frequenzen große Erfolge erungen.

Ultrahohe Frequenzen erlauben es, die Ausstrahlung in äußerst schmale, nadelbreite Bündel zu konzentrieren, die mit Tausendsteln des Grades gemessen werden. Derartige Nadelstrahlen sind im Raumfernverkehr äußerst vorteilhaft, weil ihre Anwendung es gestattet, bei der jeweiligen Sendeleistung einen weit größeren Leistungsstrom zu erzielen.

Damit sich der Leser etwas anschaulicher vorstellen kann, welcher Grad der Strahlenkonzentration bei den schmalen Bündeln bereits erreicht wurde, möchte ich folgendes Beispiel anführen. Hätte man einen Sender mit einer solchen Bündelbreite auf der Erde aufgestellt und den Strahl auf den Mond gerichtet, dann würde dieser Strahl auf der Mondoberfläche einen Fleck von nur wenigen Kilometern bilden. Zieht man in Betracht, daß Hand in Hand mit der weiteren Verjüngung der Winkelbreite auch die Strahlungsleistung steigt, so wird es klar, wie groß die Möglichkeiten der Ausdehnung des Funkverkehrs im Kosmos sind.

Außerdem ermöglicht die Anwendung ultrahoher Frequenzen von der Größenordnung einiger Tausende Milliarden Schwingungen in der Sekunde die Ausstrahlung mit Systemen, die sehr geringe Abmessungen haben.

Ein wirksames Verfahren zur Ausdehnung der drahtlosen Fernverbindung im kosmischen Raum ist die Verwendung besonderer Funkrelais-

linien, die sowohl auf Raumschiffen wie auch auf natürlichen Himmelskörpern — Planeten und deren Satelliten — installiert werden können. Für verschiedene Abschnitte der Funkrelaislinien lassen sich unterschiedliche Wellenlängen aussuchen, die unter den gegebenen Bedingungen am vorteilhaftesten sein werden. Namentlich für einen Abschnitt der Funkrelaislinie, der die Atmosphäre eines Planeten des Sonnensystems — beispielsweise der Venus — umfaßt, wäre es zweckmäßig, eine Betriebswellenlänge auszuwählen, bei der die Welle keiner nennenswerten Absorption durch die Atmosphäre unterworfen wäre. Für andere Linienabschnitte kann man dann auch andere Wellenlängen nehmen.

Die Verwendung von Funkrelaislinien, scharfbündelnder Antennen und Nadelstrahlen mit äußerst hoher Frequenz, geräuscharmen Verstärkern, modernen Methoden der Informationsdurchgabe sowie anderer Verfahren und Mittel der modernen Radioelektronik räumt die Möglichkeit ein, die Funkverbindung im Weltraum entfernungsmaßig ganz enorm auszudehnen.

Schon jetzt erreicht man im Funkverkehr Entfernungen von mehreren Dutzenden Millionen Kilometern. Die Berechnungen zeigen indessen, daß es durch Vervollkommnung der Funkmittel möglich sein wird, den Funkverkehr über eine Entfernung von mehr als 100 Millionen Kilometern aufrechtzuerhalten.

### Raumfernsehen

An dem denkwürdigen Apriltag, an dem der erste sowjetische Raumfahrer Juri Gagarin nach seinem hervorragenden Raumflug um die Erde in Moskau eingetroffen war, sahen sich die Einwohner aller Länder Europas Fernsehsendungen aus der sowjetischen Hauptstadt an.

In nicht mehr ferner Zukunft wird man mit Hilfe künstlicher Himmelskörper — Raumschiffe und Erdsatelliten — Fernsehsendungen in jede beliebige Gegend der Erde ausstrahlen können. Dann wird man beispielsweise Sendungen des Moskauer Fern-

sehzentrams in Afrika, Australien, Asien, Amerika, im Hohen Norden oder in der Antarktis empfangen können.

Wie lassen sich aber derartige Fernsehsendungen mit Hilfe von Weltraumschiffen und künstlichen Erdsatelliten verwirklichen?

Stellen wir uns vor, auf der Erde sei ein Fernsehsender aufgestellt, dessen Antenne Radiowellen ausstrahlt, während auf einem künstlichen Erdsatelliten eine Sender-Empfänger-Relaisstation installiert ist. Die vom Erdsender ausgestrahlten Wellen werden von der Empfangsantenne dieser Funkrelaisstation abgefangen, verstärkt und zur Erde zurückgestrahlt werden. Diese von der Sendeantenne der kosmischen Funkrelaisstation ausgestrahlten Wellen kann man dann auf der Erde mit Fernsehapparaten empfangen.

Welcher Wellenbereich wäre für den Betrieb eines derartigen kosmischen Fernsehsystems zu wählen? Eine Welle des Mittel-, Lang- oder Kurzwellenbereichs würde praktisch, vom Erdsender ausgestrahlt, infolge der starken Absorption in der Erdatmosphäre niemals die Funkrelaisstation im Weltraum erreichen. Deshalb kommt für das Raum-Fernsehsystem nur eine Welle des UKW-Bereichs in Betracht, d. h. eine Welle, deren Länge weniger als 10 Meter beträgt. Wellen dieses Bereichs passieren praktisch ungehindert die ganze Erdatmosphäre, ohne eine nennenswerte Absorption, Reflexion oder Refraktion zu erleiden. Sie breiten sich auf einer nahezu geraden Linie aus.

Das Raumfernsehen ist indessen eine äußerst komplizierte Angelegenheit. Man darf nicht vergessen, daß Funkrelaisstationen, die an Bord eines Raumschiffes installiert sind, sich der Erde gegenüber mit einer ungeheueren Geschwindigkeit bewegen. Ist eine derartige Sender-Empfänger-Fernsehstation auf einem ungestüm dahinrasenden künstlichen Erdsatelliten aufgestellt, so kann man unmöglich eine einigermaßen ausreichend lange Zeit hindurch Fernsehsendungen führen. Ein derartiger Sa-

tellit, der ungemein schnell die Erde umkreist, wird sich einmal „über uns“ und dann wieder „unter uns“ befinden. Wenn der Sputnik sich „über uns“ befindet, ist er für die Wellen des Fernsehsenders unerreichbar. Würde man in diesem Fall die Radiowellen nach „unten“, in Richtung des Erdinneren ausstrahlen, so werden sie sehr rasch in den Oberschichten der Erdrinde erlöschen und den künstlichen Satelliten ebenfalls nicht erreichen.

Unter diesen Bedingungen wird man das Fernsehprogramm nur im Laufe einer sehr kurzen Zeitspanne von wenigen Minuten, bestenfalls einer halben Stunde empfangen können.

Was muß man machen, um einen längeren Empfang der Fernsehsendungen zu gewährleisten? Kann man einen künstlichen Erdsatelliten auflösen, der sich ständig direkt über uns befindet, dort gleichsam schweben wird?

Stellen wir uns vor, wir befinden uns am Erdäquator und starten einen künstlichen Erdsatelliten in Richtung der Äquatorebene. Nehmen wir an, dieser Satellit brauche für eine Umrückung der Erde 24 Stunden. Die Entfernung des Satelliten von der Erdoberfläche muß, wie die Berechnungen ergeben, 36 000 Kilometer betragen. Nehmen wir weiter an, der Satellit wäre in einer Richtung aufgelassen worden, die mit der der Axialdrehung der Erde zusammenfällt. In diesem Fall werden sowohl der Erdsatellit wie auch jeder beliebige Punkt der Erdoberfläche binnen 24 Stunden einen vollen Kreis um die Erdachse beschreiben, der künstliche Erdsatellit wird scheinbar unbeweglich sein: er wird gleichsam über unseren Köpfen hängen.

Strahlt eine Fernsehstation von der Erde zu diesem Erdsatellit, der eine Sender-Empfänger-Relaisstation an Bord hat, Ultrakurzwellen aus, so werden die zurückgestrahlten Signale auf einem ausgedehnten Gebiet der Erdoberfläche zu empfangen sein. Dieses Gebiet wird nur etwas weniger als die Hälfte der ganzen Erdoberfläche umfassen.

Aus Berechnungen geht hervor, daß man, um diese Variante des Raumfernsehens zu verwirklichen, auf der Erde und ihrem künstlichen Satelliten nicht unbedingt hochleistungsfähige Sender verwenden muß.

Wird man mehrere künstliche Satelliten dieser Art auf die Bahn bringen, dann wird es möglich sein, auf der ganzen Erdoberfläche einen siche-

ren Fernsehempfang zu gewährleisten. Dann wird man zu jeder Tages- und Nachtzeit Fernsehsendungen nach allen Punkten des Erdballs ausstrahlen können, mit Ausnahme kleinerer Gebiete an den beiden Polen.

### Auf eine neue Stufe

Neben solchen aktiven Systemen des Raumfernsehens ist auch die Verwendung sogenannter passiver Systeme denkbar. Dabei werden an künstlichen Erdsatelliten keinerlei Sendevorrichtungen installiert. Künstliche Himmelskörper reflektieren in diesen Systemen ebenso wie bei gewöhnlicher Funkortung lediglich jene Radiowellen, die von Fernsehstationen der Erde zu ihnen hinaufgeschickt werden.

Auf dem Gebiet der kosmischen Radioelektronik, die sich mit der Ausnutzung des Effekts der Reflexion von Radiowellen durch Himmelskörper beschäftigt, sind bereits große Erfolge errungen worden. Vor etwa 15 Jahren wurde die Funkmessung des Mondes verwirklicht: von der Erde aus sandte man zum Mond Radiowellen, und die rückgestrahlten Funksignale wurden wieder auf der Erde empfangen.

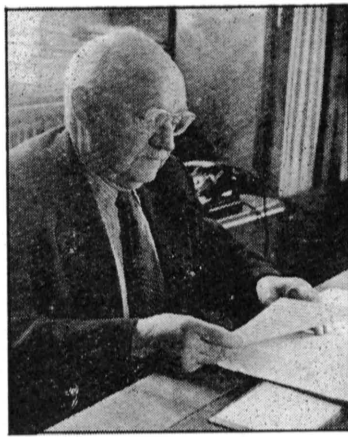
Im Laufe der letzten drei Jahre führte man Funkmessungen der Venus und der Sonne durch. An der Akademie der Wissenschaften der UdSSR wurden kürzlich die Ergebnisse der Funkmessung zur Präzisierung astronomischer Einheiten, zur Untersuchung physikalischer Eigenschaften der Planeten sowie zur Einschätzung ihrer Rotationsdauer benutzt. Bei der Funkmessung der Venus legten die Radiowellen eine Entfernung von zirka 90 Millionen Kilometern und bei der Funkmessung der Sonne von rund 300 Millionen Kilometern zurück. Im letzteren Fall brauchte die Welle, die sich mit einer Geschwindigkeit von 300 000 Kilometern ausbreitet, mehr als 15 Minuten, um die Entfernung zwischen der Erde und der Sonne in beiden Richtungen zu überbrücken.

Im vorigen Jahr wurde in den USA eine kosmische Fernsprecherbindung mit Frequenzmodulation zwischen zwei Stellen der Erdoberfläche hergestellt, wobei man sich des Mondes als eines passiven Relais bediente.

Das Raumfernsehen ist zweifellos eine Angelegenheit der nächsten Zukunft. Und zu einem späteren Zeitpunkt wird die Radioelektronik Früchte tragen, von denen wir heute nur träumen können.

W. Siforow

Korrespondierendes Mitglied  
der Akademie der Wissenschaften der UdSSR



# In Pulkowo hört man Stimmen aus dem Weltall

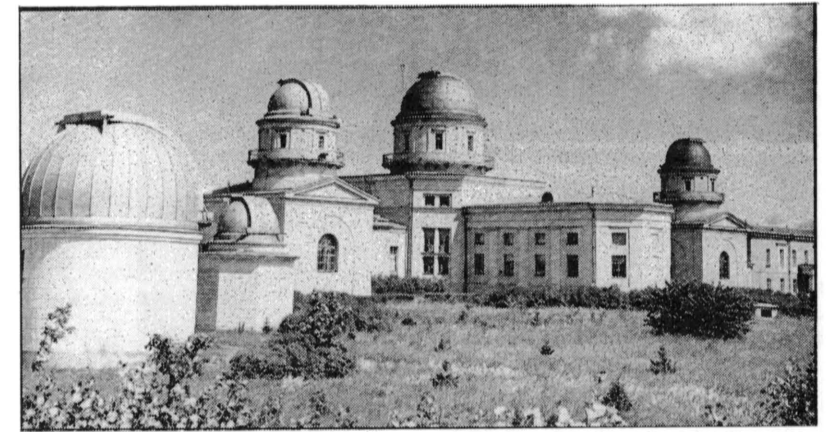


Bild links: Der Direktor des Astronomischen Hauptobservatoriums der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Professor Alexander Michailow. – Bild rechts: Blick auf das Astronomische Hauptobservatorium im Städtchen Pulkowo bei Leningrad. Das Observatorium spielt bei den bemannten Flügen in den Kosmos eine bedeutende Rolle

In Pulkowo bei Leningrad befindet sich das Astronomische Hauptobservatorium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Mit Hilfe der dort aufgestellten riesigen Teleskope beobachten die Wissenschaftler das unendlich vielfältige Leben des Weltraums; sie entdecken immer neue Eigenschaften der Sonne, des Mondes, der Venus und anderer Planeten, erforschen die Strahlungen der galaktischen Nebelflecke.

In der letzten Zeit haben die Wissenschaftler hier besonders der Entwicklung eines neuen wissenschaftlichen Zweiges — der Radioastronomie —, der Erforschung der Radiowellen, die von den Himmelskörpern ausgestrahlt werden, Beachtung geschenkt. Viele Himmelskörper, die in optischen Teleskopen unsichtbar bleiben, lassen sich mit Hilfe von Radioteleskopen entdecken. Die Radioastronomen haben Tausende von früher unbekannt neuen Nebelflecken ausfindig gemacht und erforscht, die Struktur der interstellaren Gasschicht studiert und viele andere Angaben über das Weltall erhalten, die die mit Hilfe der optischen Astronomie erzielten Informationen bedeutend ergänzten und präzisierten. So führten zum Beispiel die sowjetischen Wissenschaftler A. Kusmin

und A. Salamonowitsch eine Reihe von Beobachtungen der Venus durch, die stets von einer Wolkenschicht eingehüllt ist und sich folglich optisch schlecht beobachten läßt. Das Radioteleskop ermittelte, daß dieser Planet in 240 Stunden einmal um seine Achse rotiert und daß die Temperatur auf seiner Oberfläche 170 Grad erreicht.

Besonders eingehend wird von den Radioastronomen die Sonne erforscht, deren Radiostrahlen, wenn sie die Erde erreichen, eine Vielzahl geophysikalischer Erscheinungen hervorrufen. Diese Erscheinungen muß man rechtzeitig und richtig voraussagen. Darum untersuchen die Radioastronomen von Pulkowo sorgfältig die Verteilung der Temperatur der ionisierten Gase der Sonnenatmosphäre, die Ausstrahlung der aktiven Gebiete, die ihr Magnetfeld durchdringen usw. Große Aufmerksamkeit wird auch der Erforschung der Spektren der Sonnenexplosionen im Drei-Zentimeter-Wellenbereich gewidmet. Die Wissenschaftler bemühen sich, nicht eine Sonnenfinsternis auszulassen. Mitarbeiter von Pulkowo führen ihre Beobachtungen an den verschiedensten Orten der Erde

durch. Im Sommer reisten sie mit vier Radioteleskopen nach China, um dort die letzte Finsternis zu beobachten.

Das Große Radioteleskop von Pulkowo ist das Hauptinstrument der Abteilung für Radioastronomie. Sein horizontales Ausmaß erreicht 130 m, und es arbeitet mit den Wellenlängen von 3—30 Zentimetern. Seine Spezialantennen — lange, halbrunde Reflektoren — gewährleisten eine hohe Genauigkeit der Beobachtungen. Das Teleskop ist für die Messung präziser Himmelkoordinaten von schwachen Radiostrahlungsquellen, ihrer Ausmaße und der Verteilung ihrer Helligkeit bestimmt. Das Radioteleskop wird nicht wie gewöhnlich durch eine Schwenkung des ganzen Gerätes auf das Objekt gerichtet, sondern durch die Veränderung der Form seines Spiegels. Er besteht aus einzelnen flachen und beweglichen Elementen, die auf einem kreisförmigen Fundament angebracht sind. Die Aufgliederung des Spiegels in Elemente gestattet es, sein äußerstes Ausmaß um viele Male zu vergrößern. Das Große Radioteleskop von Pulkowo ist das größte der Welt für Zentimeter-Wellenbereiche.

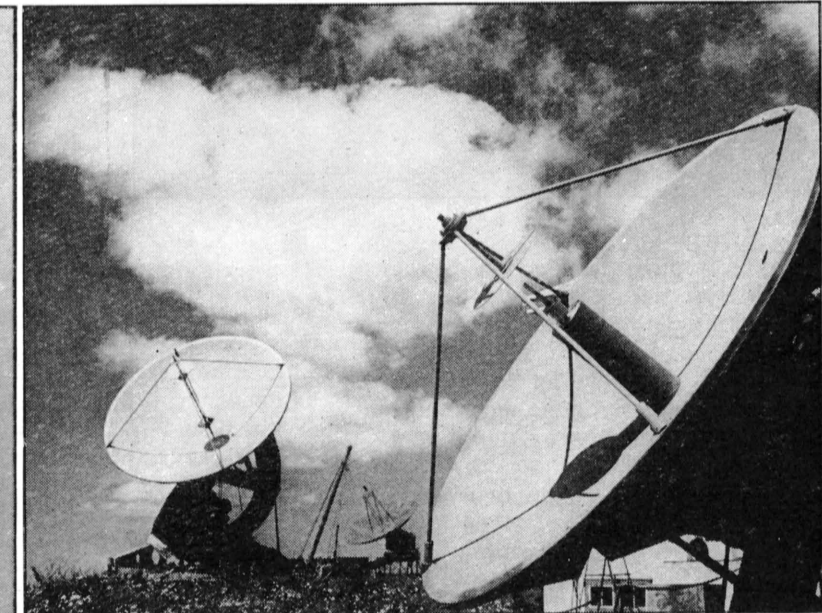
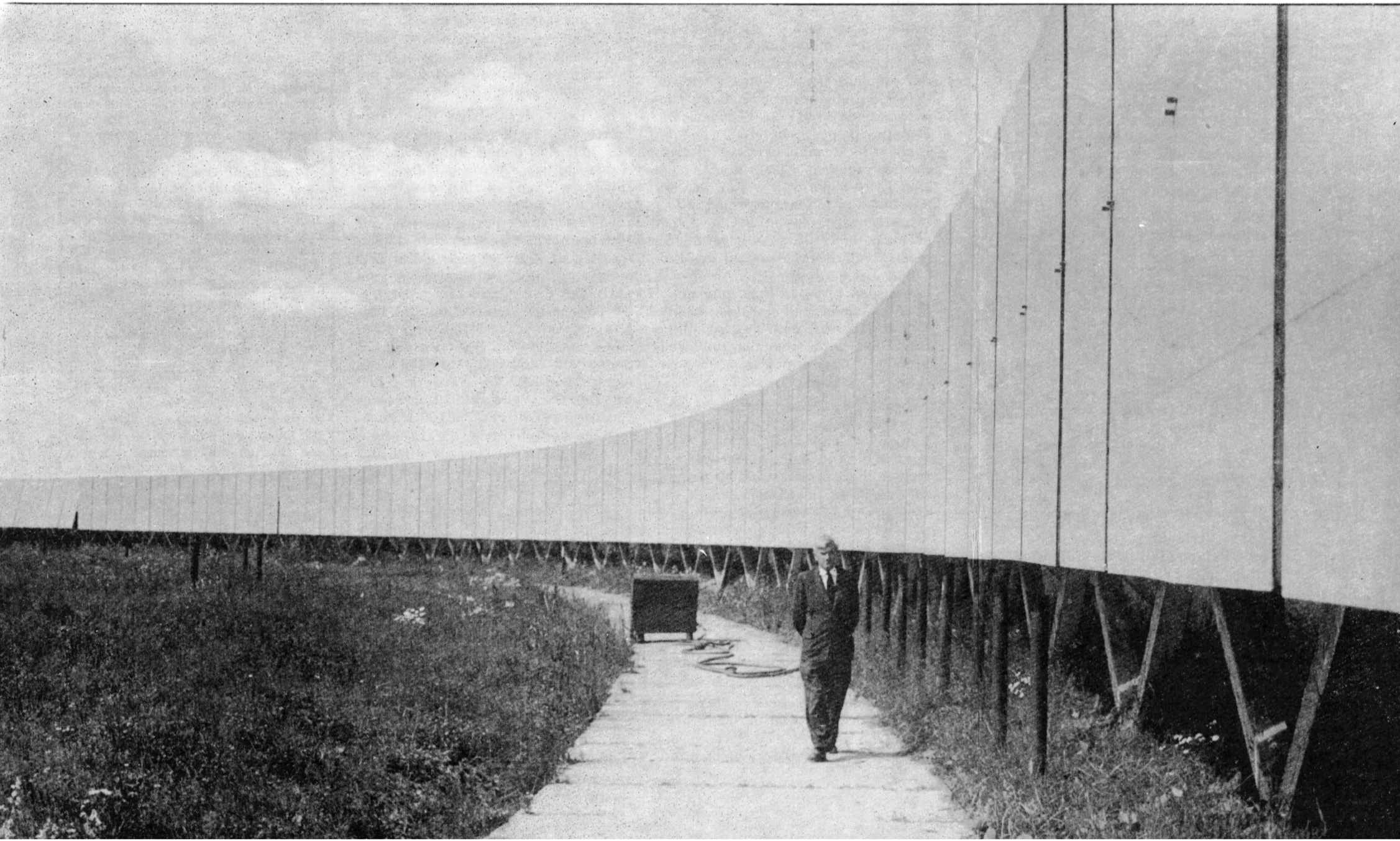


Bild links: Teilansicht des Großen Radioteleskops von Pulkowo, des größten seiner Art in der Welt für Zentimeter-Wellenbereiche. – Bild oben: Die schalenförmigen Antennen der Radioteleskope sind unter freiem Himmel aufgestellt. Die parabolischen Spiegel haben einen Durchmesser von 1–12 Metern. Mit ihrer Hilfe führt man Beobachtungen der Sonne und Präzisionsmessungen der Strömungen von Radiostrahlungsquellen durch. – Bild unten: Ein Sonnen-Radioteleskop mit den Wellenbereichen 2,5 und 4,5 Zentimetern

